

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 650 048

②1 N° d'enregistrement national :

89 09863

⑤1 Int Cl⁵ : F 16 J 15/44, 15/54.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21 juillet 1989.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 4 du 25 janvier 1991.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : GEC ALSTHOM SA, Société anonyme.
— FR.

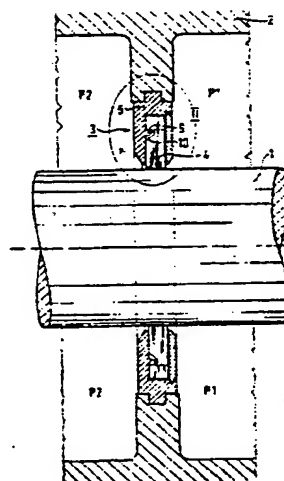
⑦2 Inventeur(s) : Christian Mech.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Michel Gosse, Sospi.

⑤4 Garniture d'étanchéité pour arbre rotatif.

⑤7 Garniture d'étanchéité 3 pour arbre rotatif 1 d'un rotor
monté dans un stator, caractérisée en ce qu'elle est constituée
par une série annulaire de lames 4 montées dans un anneau
support 5, lesdites lames venant au contact dudit arbre 2 et
étant espacées les unes des autres individuellement ou par
paquet de quelques lames d'un entrefer ϵ , un jeu j étant
aménagé entre le diamètre de l'arbre et le diamètre intérieur
dudit anneau support.



FR 2 650 048 - A1

Garniture d'étanchéité pour arbre rotatif

La présente invention concerne une garniture d'étanchéité pour arbre rotatif.

Dans de nombreuses machines tournantes et plus particulièrement dans les turbomachines telles que les turbines, les compresseurs, les pompes, ... la pression varie le long de l'arbre et on est donc amené à réaliser des dispositifs d'étanchéité d'arbre entre les différents étages ou chambres qui sont à des niveaux de pression différente les unes des autres, de façon à minimiser les pertes par fuite.

Diverses dispositions connues sont utilisées telles que des garnitures d'étanchéité à lèchettes, à matériau abradable, ou à support escamotable.

Dans tous les cas, il existe un jeu minimal qui est de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre et dépend de l'amplitude des vibrations du rotor mais aussi des déplacements relatifs pouvant se produire entre le stator et le rotor et qui sont liés à des régimes transitoires de fonctionnement. C'est le cas par exemple au moment du passage des vitesses critiques. Dans le cas de garniture à lèchettes, ce jeu existe dès l'origine à la construction. Dans le cas d'une garniture à matériau abradable, il se forme au cours de la rotation de la machine. Enfin, dans le cas d'une garniture à support escamotable, le jeu existe toujours mais, en cas de déplacement accidentel plus important que le jeu prévu, la garniture peut se rétracter légèrement évitant ainsi de trop grosses avaries.

La présente invention a pour but de diminuer le flux de fuite par rapport à celui qui est obtenu par les dispositions classiques.

L'invention a ainsi pour objet une garniture d'étanchéité pour arbre rotatif d'un rotor monté dans un stator, caractérisé en ce qu'elle est constituée par une série annulaire de lames montées dans un anneau support, lesdites lames venant au contact dudit arbre et étant espacées les unes des autres individuellement ou par paquet de quelques lames, d'un entrefer ϵ ,

-2-

un jeu J étant aménagé entre le diamètre de l'arbre et le diamètre intérieur dudit anneau support.

Selon une autre caractéristique, chaque lame est inclinée d'un angle α compris entre 0 et 90° par rapport à la tangente à l'arbre au point de contact de la lame.

Selon une première réalisation, ledit anneau support constitue un boîtier annulaire en deux parties, la première partie comportant une paroi latérale et une paroi extérieure circulaire de diamètre interne \emptyset et la seconde partie constituant un couvercle venant se placer parallèlement à la paroi latérale, la paroi latérale comportant une portée circulaire de diamètre externe \emptyset_1 , chaque lame comportant une encoche venant embrasser ladite portée circulaire, ladite encoche débutant à partir d'une distance L de l'extrémité de la lame opposée à celle au contact dudit arbre, cette distance L étant choisie en fonction de l'angle α d'inclinaison choisie des lames compte tenu de la valeur de diamètres \emptyset et \emptyset_1 , une entretoise étant disposée entre chaque lame ou chaque paquet de quelques lames, entre ladite portée circulaire et la surface cylindrique interne de diamètre \emptyset de la paroi circulaire.

Selon une seconde réalisation, les lames sont assemblées et soudées sur un feuillard souple qui est ensuite introduit dans une rainure de l'anneau en deux parties.

D'autres caractéristiques ressortiront de la description d'exemples de mise en oeuvre de l'invention faite ci-après en regard du dessin annexé dans lequel.

- la figure 1 est une vue partielle, en coupe axiale montrant une garniture d'étanchéité selon l'invention, montée dans un stator de machine autour d'un arbre.

- la figure 2 est une vue agrandie de la portion repérée II sur la figure 1.

- la figure 3 est une vue partielle en coupe selon III-III de la figure 2.

- la figure 4 montre une variante de l'invention dans laquelle les lames sont assemblées sur un feuillard.

- la figure 5 montre une réalisation d'une garniture d'étanchéité selon l'invention utilisant le système d'assemblage des lames représenté sur la figure 4.
- la figure 6 montre une vue partielle en coupe axiale, d'une garniture d'étanchéité selon l'invention dans un autre exemple de réalisation.
- la figure 7 est une vue partielle en coupe selon VII-VII de la figure 6.
- la figure 8 est une vue schématique illustrant un montage dans lequel les lames de la garniture sont disposées tangentiellement à l'arbre, avec des lames intercalaires.

En se reportant aux figures 1 à 3, on voit un arbre rotatif 1 d'un rotor monté dans un stator 2 d'une machine telle qu'une turbine. Une garniture d'étanchéité 3 étant montée dans le stator autour de l'arbre 1, séparant une zone à Pression P_1 d'une zone à Pression P_2 inférieure à P_1 . La garniture d'étanchéité est constituée par une série annulaire de lames 4 montées dans un anneau support 5, et espacées les unes des autres d'un entrefer ϵ . L'entrefer ϵ peut séparer non pas deux lames consécutives comme on le voit sur la figure 3 mais séparer des paquets de quelques lames. Cette disposition permet de diminuer le nombre de section de fuite de jeu ϵ tout en conservant une grande flexibilité des lames. On peut effectuer, par exemple des paquets de trois lames mais ce nombre n'est pas fixé et dépend de la flexibilité des lames. Les lames 4 viennent au contact de l'arbre 1 alors qu'un jeu J sépare l'arbre 1 du diamètre interne de l'anneau support 5.

Les lames 5 sont inclinées d'un angle α par rapport à la tangente \triangle au point de contact des lames. Des essais ont été effectués avec les valeurs suivantes données à titre indicatif : diamètre D de l'arbre 1 : 100 mm, 1480 lames 4 de $\frac{1}{10}$ mm d'épaisseur, inclinées d'un angle $\alpha = 30^\circ$ ce qui donne entre les lames un entrefer ϵ de l'ordre de 10 μ m.

Le jeu J était de 1mm, la longueur des lames de 35 mm et leur largeur de 12mm.

Cet essai a donné de très bons résultats.

-4-

Cette disposition produit un effet de laminage très efficace qui permet de réduire considérablement la fuite au travers de la garniture par rapport aux dispositions classiques connues.

L'ensemble possède des propriétés mécaniques très favorables : une
5 rigidité dans le sens axial élevée, favorable à la résistance à l'effort de pression différentielle axiale, une rigidité faible dans le sens radial grâce à l'inclinaison α des lames dans le sens de la rotation R de l'arbre 1 permettant le déplacement du rotor par rapport au stator avec un effort de réaction modéré, ou
10 avec expansion du rotor ainsi que le montage de la garniture à l'état neuf avec une précontrainte, une faible rigidité également dans le sens tangentiel correspondant à la direction de la force de frottement au cours de la rotation du rotor.

Dans les figures 1 à 3, le paquet de lames 4 est
15 assemblé dans un anneau support 5 qui constitue un boîtier annulaire en deux parties, la première partie comportant une paroi latérale 6 et une paroi extérieure 7 de diamètre interne ϕ et la seconde partie constitue un couvercle 8.

La paroi latérale 6 porte intérieurement une partie
20 circulaire 9 de diamètre externe ϕ_1 .

Les lames 4 comportent chacune une encoche 10 qui vient embrasser la portée circulaire 9. L'encoche 10 sur les lames 4 débute à partir d'une distance L de l'extrémité des lames. Cette distance L est choisie en fonction de l'angle d'inclinaison α
25 souhaité compte tenu de la distance $\phi - \phi_1$. Une entretoise 11 est disposée entre les lames consécutives 4 ou entre les paquets consécutifs de lames de façon à obtenir l'entrefer ϵ choisi entre les lames ou les paquets de lames. Un jeu est également prévu, comme on le voit sur la figure 2 entre les lames et les parois
30 latérales 6 et 8 de manière à permettre la libre déflexion des lames. Ce jeu peut être très faible et presque nul.

D'une manière générale l'épaisseur des lames est faible en regard de leur longueur de manière à leur conférer une grande flexibilité. Selon la dimension des machines, cette épaisseur peut
35 varier d'environ un dixième de millimètre à environ un millimètre.

Avant le montage de la garniture d'étanchéité, l'enveloppe de l'extrémité interne des lames a un diamètre légèrement inférieur au diamètre de l'arbre, on obtient ainsi au montage une légère précontrainte des lames sur l'arbre.

- 5 Les figures 4 et 5 donnent un autre exemple de réalisation dans lequel l'assemblage des lames 4 est réalisé par soudure sur un feuillard 12 qui est ensuite introduit par ses extrémités latérales dans une rainure 13 a, 13b pratiquée dans l'anneau support 5 en deux parties 5a et 5b. Un jeu est également
10 prévu entre les lames et les parois 5a et 5b. Dans cet exemple, les entretoises 11 sont inutiles, les lames 4 sont soudées sur le feuillard avec des intervalles qui correspondent à l'entrefer ϵ souhaité en bout de lames lorsque le feuillard est enroulé en anneau. De même, l'angle β d'inclinaison des lames soudées sur le
15 feuillard 12 est calculé de façon à obtenir l'angle α choisi.

- Les figures 6 et 7 montrent un exemple de réalisation dans lequel l'angle α est voisin de 90° . Les lames 4 sont donc disposées radialement ou quasi radiales. Dans ce cas, l'anneau support 5 est monté flottant dans le stator 2. Un ergot 14
20 s'introduisant dans une rainure 15 de l'anneau l'empêche de tourner. Cette rainure 15 a une largeur plus importante que le diamètre de l'ergot 14 de façon à permettre le débattement de la garniture dans toutes les directions radiales. La différence de pression entre P_1 et P_2 plaque la garniture contre la paroi
25 latérale 16 du stator. La garniture se déplace ainsi en frottant contre la face 17. Néanmoins, pour le montage, une plaque de fermeture 18 munie d'un ressort 19 assure le maintien de l'ensemble.

- Cette disposition présente un intérêt dans le cas où le
30 rotor peut avoir des déplacements importants par rapport au stator.

- Enfin, la figure 8 montre un exemple dans lequel les lames 4 sont disposées tangentiellement à l'arbre 1 du rotor, avec donc un angle α nul ou voisin de 0. Dans ce cas, il se développe un film hydrodynamique de très faible épaisseur qui isole la lame
35 de l'arbre. On obtient alors une garniture sans contact lorsque

-6-

l'arbre est en rotation.

Dans cette disposition, on est amené à utiliser un nombre plus limité de lames 4 ce qui conduit à des jeux intercalaires plus importants. Pour limiter les fuites, on utilise
5 alors des lames intercalaires 20 plus courtes que les lames de portance 4.

La garniture d'échantéité ainsi décrite peut être utilisée dans les machines véhiculant des fluides gazeux mais aussi liquides. Par ailleurs, dans le cas où l'on a à étancher un fort
10 écart de pression entre deux chambres tel que par exemple dans les pistons d'équilibrage de turbines ou de pompes haute pression, on sera amené à fractionner la détente en disposant en série plusieurs garnitures unitaires telles que décrites.

15

20

25

30

35

Revendications

- 1) Garniture d'étanchéité (3) pour arbre rotatif (1) d'un rotor monté dans un stator, caractérisée en ce qu'elle est constituée par une série annulaire de lames (4) montées dans un anneau support (5), lesdites lames venant au contact dudit arbre (2) et étant espacées les unes des autres individuellement ou par paquet de quelques lames d'un entrefer ϵ , un jeu j étant aménagé entre le diamètre de l'arbre et le diamètre intérieur dudit anneau support.
- 2) Garniture d'étanchéité selon la revendication 1, caractérisée en ce que chaque lame (4) est inclinée d'un angle α compris entre 0 et 90° par rapport à la tangente à l'arbre au point de contact de la lame.
- 3) Garniture d'étanchéité selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'angle α est voisin de 90° et en ce que ledit anneau support (5) est monté flottant dans le stator (2).
- 4) Garniture d'étanchéité selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'angle α est voisin de 0°, des lames intercalaires (20) ne venant pas au contact de l'arbre étant disposées entre chaque lame.
- 5) Garniture d'étanchéité selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ledit anneau support (5) constitue un boîtier annulaire en deux parties, la première partie comportant une paroi latérale (6) et une paroi extérieure circulaire (7) de diamètre interne \emptyset et la seconde partie constituant un couvercle (8) venant se placer parallèlement à la paroi latérale, la paroi latérale comportant une portée circulaire (9) de diamètre externe \emptyset_1 , chaque lame (4) comportant une encoche (10) venant embrasser ladite portée circulaire (9), ladite encoche (10) débutant à partir d'une distance L de l'extrémité de la lame opposée à celle au contact dudit arbre, cette distance L étant choisie en fonction de l'angle α d'inclinaison choisie des lames compte tenu de la valeur des diamètres \emptyset et \emptyset_1 , une entretoise (11) étant disposée entre chaque lame ou chaque paquet de quelques lames, entre ladite portée circulaire et la surface cylindrique interne de diamètre \emptyset de la paroi circulaire.

6) Garniture d'étanchéité selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit anneau support (5) est monté flottant dans le stator (2), ladite paroi latérale (6) ou ledit couvercle (8) s'appuyant contre une face latérale (17) du stator (2), un ergot
5 (14) empêchant la rotation de l'anneau par rapport au stator tout en autorisant le débattement radial de la garniture dans toutes les directions, ledit angle α étant voisin de 90°.

7) Garniture d'étanchéité selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'avant le montage de ladite garniture dans son stator (2) le
10 diamètre intérieur de l'enveloppe de l'extrémité interne des lames est légèrement inférieure au diamètre dudit arbre.

8) Garniture d'étanchéité selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les lames (4) sont assemblées et soudées sur un feuillard souple 12 qui est ensuite introduit dans une rainure
15 (13a 13b) de l'anneau support (5) en deux parties.

9) Garniture d'étanchéité selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'entrefer E est très faible, de l'ordre d'une dizaine de microns.

10) Garniture d'étanchéité selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'épaisseur des lames est comprise entre
20 environ un dixième de millimètre et un millimètre.

11) Garniture d'étanchéité selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que ledit jeu J est de l'ordre du millimètre.

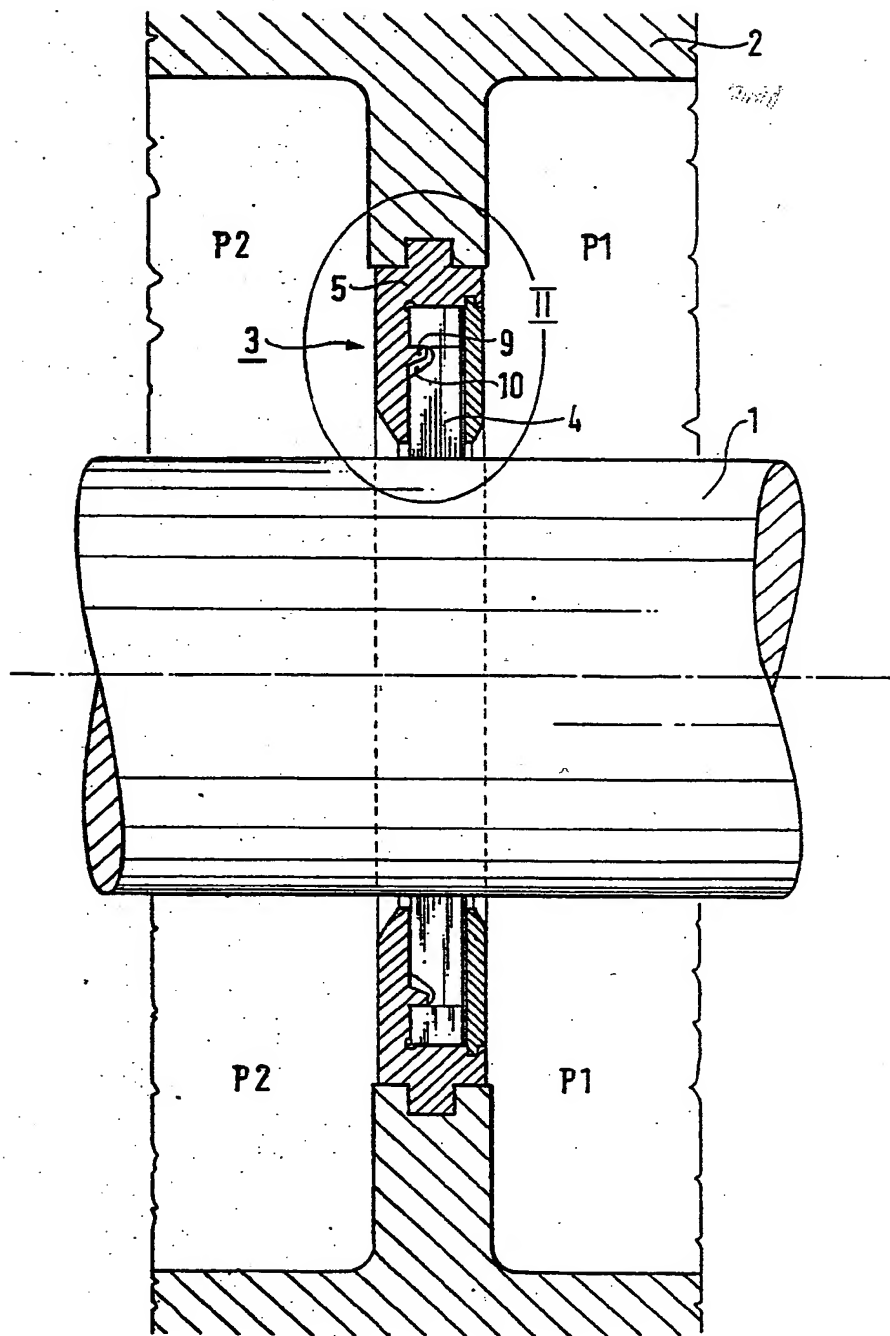
12) Garniture d'étanchéité selon l'une des revendications
25 précédentes, caractérisée en ce qu'un jeu existe entre les lames (4) et les parois latérales de l'anneau support (5) de manière à permettre la libre déflexion des lames

30

35

1/4

FIG. 1



3/4

FIG. 4

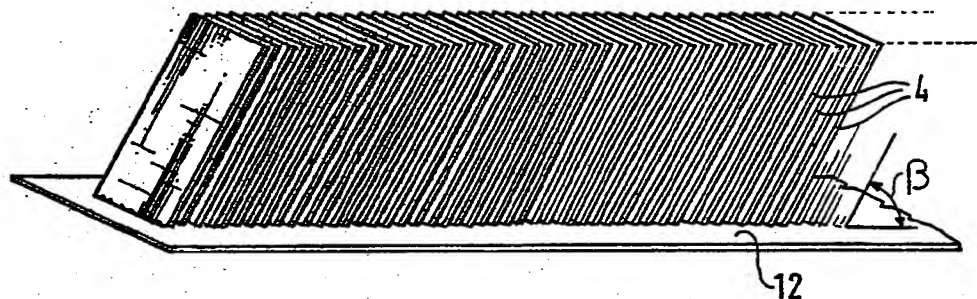
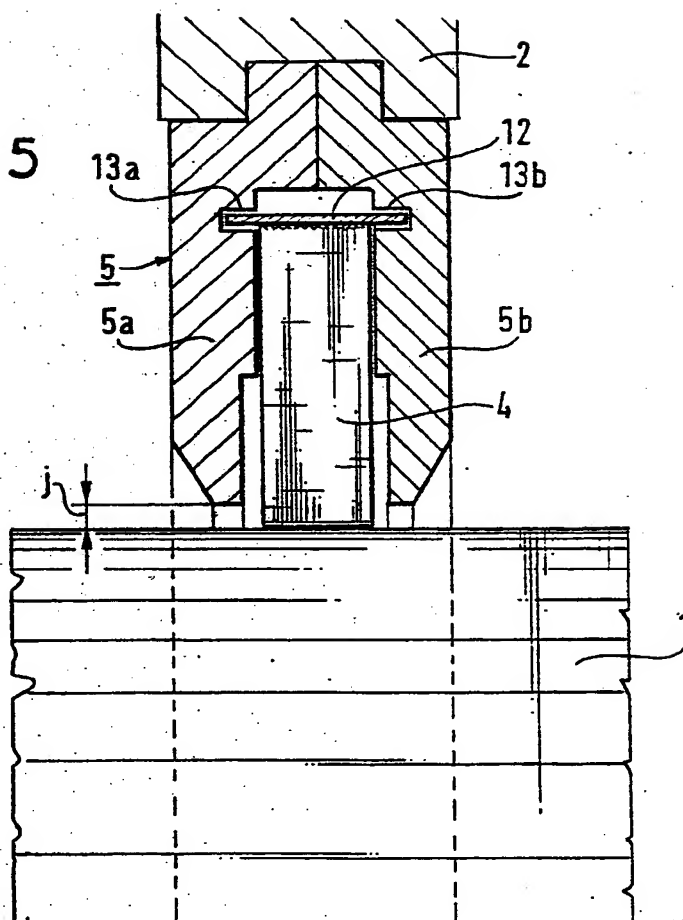


FIG. 5



4/4

FIG. 6

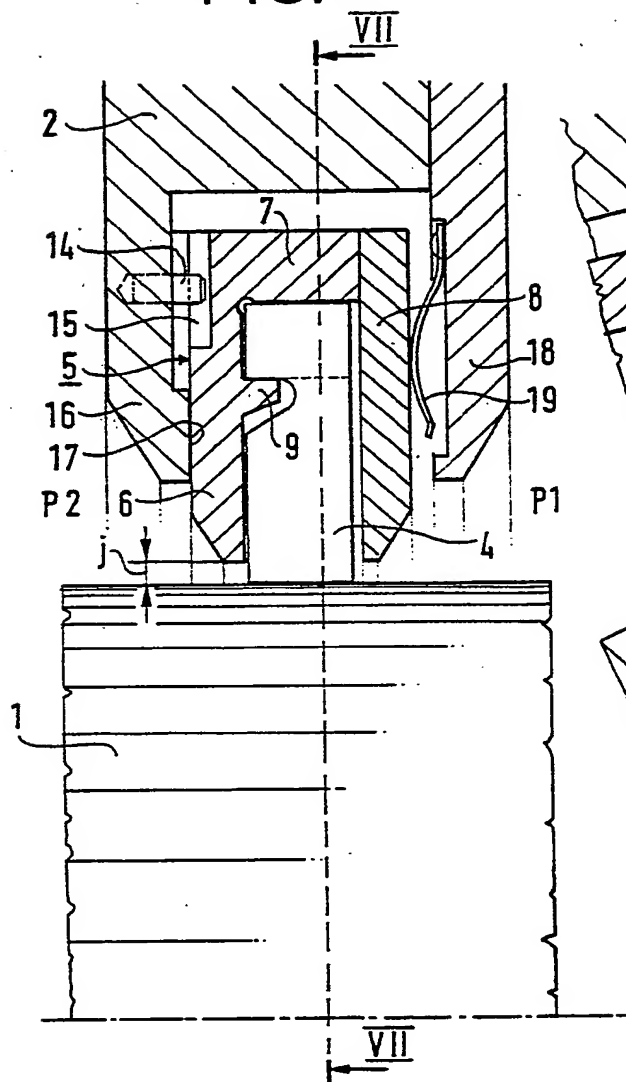


FIG. 7

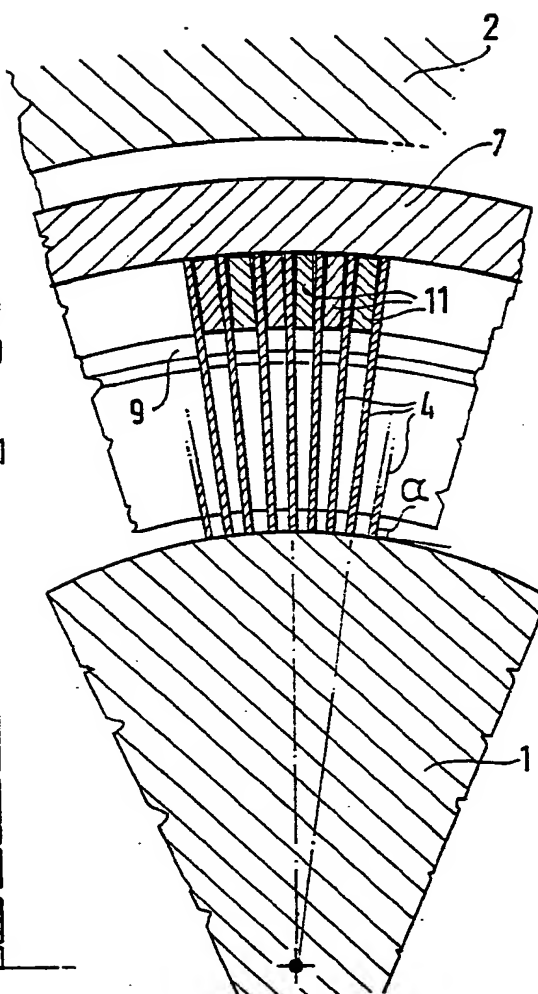
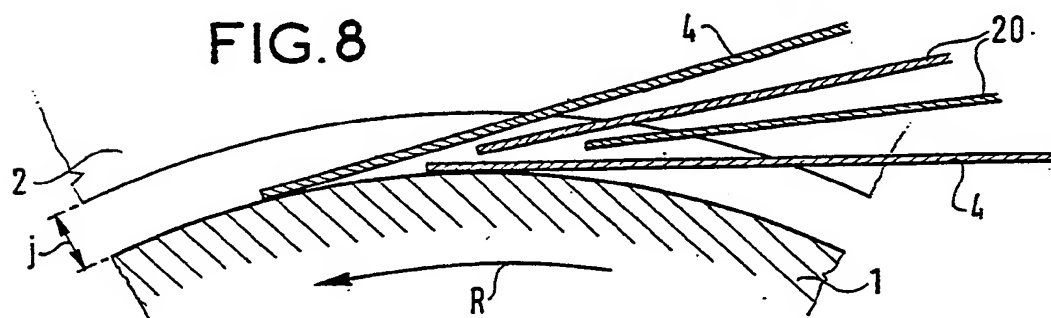


FIG. 8



THIS PAGE BLANK (USPTO)